SERVIÇO NACIONAL DE INFORMAÇÕES

AGÊNCIA CENTRAL

PROBLEMA DO TITÂNIO

SERVIÇO NACIONAL DE INFORMAÇÕES

AGÊNCIA CENTRAL

INFORMAÇÃO Nº 018 /51/AC/81

DATA : 22 MAI 1981
ASSUNTO : PROBLEMA DO TITÂNIO
REFERÊNCIA : MEMORANDO Nº 1863/02/CH/GAB/SNI
ORIGEM : AC/SNI
DIFUSÃO : CH SNI
ANEXO : CÓPIA DO MEMORANDO Nº 1863/02/CH/GAB/SNI DE 22 DEZ 80

---

1. AMBIENTAÇÃO

As características principais do titânio (leveza e resistência) fazem com que sua importância industrial cresça em todo o mundo. É utilizado nas indústrias aeronáutica e de material bélico. Por sua resistência aos ataques químicos, vem encontrando crescente aplicação na fabricação de equipamentos diversos para a indústria química.

Até fins de 1979, havia oferta de titânio no mercado mundial. A UNIÃO SOVIÉTICA, detentora de 49% da produção mundial, decidiu, naquela ocasião, suspender seu fornecimento para o mundo ocidental.

Tendo em vista a decisão soviética, os países produtores de titânio anunciaram uma expansão nessa área, visando ocupar a vaga surgida no mercado. O quadro, em 1979, era:

PRODUTORES	PRODUÇÃO EM 1979 (t)	EXPANSÃO ANUNCIADA (t)
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA)	20.700	23.700
- INGLATERRA	2.250	4.500
- JAPÃO	11.000	20.600

Desses três países, os EUA são o único a possuir alguma reserva de minério de titânio, apesar de ser importador. Nesse aspecto, o BRASIL é privilegiado.

As reservas brasileiras de minério de titânio compreendem a ilmenita, o rutilo e o anatásio.

As grandes reservas medidas de ilmenita e rutilo estão localizadas no município de MATARACA/PB. No entanto, apenas as reservas localizadas no ESPÍRITO SANTO e no RIO DE JANEIRO estão sendo exploradas.

MINAS GERAIS possui as maiores reservas de anatásio, num total de 770 milhões de toneladas, das quais 315 milhões são medidas, contendo 60 milhões de toneladas de óxido de titânio. Existem ainda reservas em GOIÁS (CATALÃO e PATROCÍNIO).

Os concentrados de ilmenita e de rutilo são utilizados pela TITÂNIO DO BRASIL S.A. (TIBRÁS), na produção de dióxido de titânio e eletrodos para solda elétrica, respectivamente. O BRASIL vem importando atualmente 70% da sua demanda interna.

A produção desses concentrados vem sendo executada pela NUCLEBRÁS DE MONAZITA E ASSOCIADOS (NUCLEMON), através do beneficiamento das areias ilmeno-monazíticas. A importação dos concentrados de ilmenita e de rutilo tem sido feita, nos últimos anos, exclusivamente da AUSTRÁLIA.

As ligas à base de titânio compreendem o ferro-titânio, o ferro-silício-titânio e o cobre-titânio.

As ligas à base de titânio têm sido importadas do REINO UNIDO e do JAPÃO. As ligas de ferro-titânio vêm sendo produzidas pela ELETROMETALUR S.A - INDÚSTRIA E COMÉRCIO, pela PRODUTOS METALÚRGICOS S.A. e pela TERMOLIGAS METALÚRGICAS S.A, instaladas, respectivamente, nos Estados de MINAS GERAIS, SÃO PAULO e BAHIA.

Os pigmentos à base de dióxido de titânio, os óxidos de titânio e o tetracloreto de titânio têm sido importados da ALEMANHA OCIDENTAL, MÉXICO, REINO UNIDO e EUA. A TIBRÁS possui uma capacidade instalada para a produção de 22.000 t/ano de pigmento à base de dióxido de titânio e está se ampliando para uma produção de 50.000 t/ano, a partir do primeiro semestre de 1982.

O titânio metálico é obtido a partir da reação do tetracloreto de titânio com magnésio líquido, que dá origem ao metal titânio de forma porosa (daí o nome de "esponja"), o qual é posteriormente purificado e fundido, fazendo-se lingotes.

2. O TRABALHO DO CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL (CTA)

a) Tecnologia desenvolvida

Nos países que produzem esponja de titânio, a operação de redução do tetracloreto de titânio pelo magnésio é realizada em forno a óleo. Terminada a redução, espera-se o reator esfriar e a esponja, contendo magnésio e sal de magnésio, é retirada. Essa operação deve ser realizada em ambiente com atmosfera inerte (em geral de hélio) para evitar que o sal de magnésio, por ser higroscópico, absorva umidade do ar, que irá contaminar a esponja. A seguir, a esponja é levada para uma retorta em outro forno, onde é novamente aquecida, iniciando-se o ciclo de destilação em vácuo para sua purificação. Findo esse ciclo, a retorta é resfriada e retira-se a esponja já purificada.

O trabalho desenvolvido na usina-piloto da Divisão de Materiais do CTA foi no sentido de se obter um equipamento capaz de realizar as etapas de redução e destilação em vácuo, em um único forno, utilizando-se uma só retorta, de tal maneira que a destilação em vácuo pudesse ser realizada imediatamente após o término da redução. Essa técnica permitiu economia de tempo e de energia.

Este equipamento desenvolvido com sucesso pela Divisão de Materiais do CTA, após 7 anos de trabalho em escala piloto, com produção de 200 kg de esponja de titânio por corrida, foi objeto de um Pedido de Privilégio ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), sob o título "Equipamento e Processo para a Produção de Esponja de Titânio ou de Zircônio pela Redução do Tetracloreto de Titânio ou de Zircônio por Magnésio".

Recentemente, esse Pedido de Privilégio foi agraciado com o "Prêmio Governador do Estado" pelo 1º lugar obtido no Concurso Nacional do Invento Brasileiro, promovido pela Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de SÃO PAULO, confirmando assim a qualidade do trabalho realizado.

b) Qualidade da esponja obtida

Consoante o descrito no item anterior, a esponja de titânio obtida no equipamento proposto tem menor perigo de ser exposta a contaminações e por esse motivo é mais pura.

Além disso, através de análises realizadas nos laboratórios da LEYBOLD-HERAEUS na ALEMANHA, pôde-se verificar que sua pureza, em relação aos teores de gases absorvidos, é excelente, podendo competir, em qualidade, com qualquer esponja produzida no mercado mundial.

3. TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO

Na área tecnológica para a produção de esponja de titânio, existe um trinômio básico totalmente interdependente:

- Concentração do minério: que dá origem a um concentrado de alto teor;
- Cloração do concentrado: que dá origem ao tetracloreto de titânio;

- Redução do tetracloreto de titânio por magnésio: que dá origem à esponja de titânio.

Desse trinômio básico, o BRASIL já possui, desenvolvidas em escala piloto: a concentração do minério, que já foi estudada pela Companhia Vale do Rio Doce, e a redução do tetracloreto de titânio, estudada pelo CTA.

A cloração do concentrado foi desenvolvida, pelo CTA, em escala de laboratório e necessita de algum tempo para ser avaliada em escala piloto.

Como os dois fatores extremos do trinômio tecnológico são do conhecimento de entidades brasileiras e o segundo fator irá necessitar de algum tempo para ser desenvolvido, o CTA acredita ser viável, em termos de economia de tempo, que esse fator - a tecnologia de cloração - seja comprado no exterior, fazendo, inclusive, parte de um pacote integral de tecnologia para a obtenção do pigmento de titânio, fechando a cadeia que fará o País auto-suficiente na produção de titânio metálico e de pigmento.

É de se ressalvar, porém, que a tecnologia para a cloração do anatásio ninguém possui. O JAPÃO, a REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA e os EUA possuem a tecnologia de cloração dos concentrados de rutilo e da ilmenita. As únicas reservas comerciais de anatásio se encontram no BRASIL. Assim, mesmo a tecnologia importada tem que sofrer adaptação para ser utilizada no processamento do minério anatásio.

4. PARTICIPAÇÃO DA METAMIG

O CTA e a Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo do Estado de Minas Gerais, através da Metais de Minas Gerais S.A. (METAMIG), estão planejando a industrialização do titânio no BRASIL.

Após os contatos realizados entre o CTA e a METAMIG, foi elaborada uma minuta de convênio, pela segunda entidade. O CTA, através de correspondência, acusou o recebimento da minuta, manifestando-se de total acordo com os objetivos a serem alcançados, faltando apenas o exame com relação à forma jurídica, para posterior aprovação.

A usina-piloto deverá produzir, até a segunda fase, cerca de 17.600 kg de esponja de titânio. Segundo a METAMIG, os resultados do convênio servirão de base para instalação da indústria para obtenção de esponja de titânio, em escala comercial (300 t/a). A METAMIG atuará como órgão fomentador, fornecendo a tecnologia e outros recursos. A indústria deverá ser localizada próximo às jazidas que ficam em ITABIRA/MG e SALITRE/MG.

5. PARTICIPAÇÃO DA CVRD

A CVRD está montando, agora, instalações que permitem a produção de 15.000 t/a de concentrado de titânio. Este projeto deverá estar concluído no segundo semestre de 1982.

Em relação ao fornecimento de concentrado à METAMIG, nada existe de concreto ainda, segundo a mesma empresa. Não resta dúvida, entretanto, que a CVRD terá condições de fornecer o minério.

É citada, também, a fábrica de pigmentos de titânio, localizada em UBERABA/MG e parte do pólo químico do Triângulo Mineiro, como empresa capaz de fornecer o insumo básico a ser industrializado.

A COMPANHIA BRASILEIRA DE MINERAÇÃO E METALURGIA (CBMM) também montou uma unidade em ARAXÁ/MG, para obtenção de concentrado de titânio.

Dessa forma, fica claro que não faltará minério para os planos da METAMIG.

6. OUTRAS PARTICIPAÇÕES

A CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ, juntamente com a BAYER (ALEMÃ), são as maiores acionistas da TIBRÁS. A tecnologia utilizada pela TIBRÁS para a produção de pigmento é obsoleta e altamente poluente; porém, a BAYER detém tecnologia moderna. O objetivo declarado, do empreendimento planejado pela ANDRADE GUTIERREZ, não vai além da obtenção de pigmento.

Quanto à participação da AÇOTÉCNICA S/A e ELETROMETAL AÇOS FINOS S.A., o que existe está ainda no plano das intenções. Estas e outras empresas demonstraram interesse em participar no campo da metalurgia do titânio.

7. PARTICIPAÇÃO FRANCESA

Recentemente, o Ministro da Indústria e Comércio da FRANÇA, em conversa mantida com o Ministro das Minas e Energia do BRASIL, CÉSAR CALLS, manifestou grande interesse em conhecer detalhes sobre as reservas brasileiras de anatásio, inclusive quanto à possibilidade de a FRANÇA montar no BRASIL uma fábrica para a produção de esponja de titânio.

É de se estranhar, porém, a pretensão da FRANÇA, já que, recentemente, este País tentou comprar tal tecnologia, sem sucesso, no JAPÃO. Técnicos do CTA informam que a FRANÇA já produziu titânio no passado, estando, no momento, com sua tecnologia desatualizada.

8. CONCLUSÃO

O projeto da METAMIG/CTA colocaria, se viabilizado, o BRASIL em uma situação privilegiada, tendo em vista serem poucos os produtores de titânio no mundo.

A crescente utilização do metal, aliado ao fato de ser o BRASIL detentor de grandes reservas do mineral básico, são motivos bastante fortes para a realização do empreendimento.

* * *

08/016

SERVIÇO NACIONAL DE INFORMAÇÕES
GABINETE DO MINISTRO

MEMORANDO Nº 1863 /02/CH/GAB/SNI

DATA: 22 DEZ 80

ASSUNTO: PROBLEMA DO TITÂNIO

REFERÊNCIA: -.-

ORIGEM: GAB/SNI

DIFUSÃO: AC/SNI

ANEXO:
- INFORME SOBRE O TITÂNIO
- REGISTRO DE CONTATOS EXTERNOS
- RECORTE DE JORNAL
- PROJETO METAIS ESTRATÉGICOS.

1.

2. DESPACHO:

☐ ACOMPANHAR	☐ EMITIR PARECER
☐ APROFUNDAR	☐ JUÍZO SINTÉTICO
☐ REGISTRAR	☐ PROVIDÊNCIAS CABÍVEIS
☐ CONHECER	☐ PRODUZIR INFORMAÇÃO
☐ ARQUIVAR	☐ POSSÍVEL APROVEITAMENTO
☐ O QUE CONSTA	☐ DIFUNDIR PARA
☐ PROCESSAR	☒ VERIFICAR
☐ LDB ( )	☐

PARA USO DO DESTINATÁRIO

1) ASPECTOS ESTRATÉGICOS

Até fins de 1.979 o mercado mundial de esponja de titânio era de oferta. Em novembro desse ano, no entanto, a União Soviética, responsável por 49% da produção (35.000t produzidos em 1.979) decidiu suspender o seu fornecimento para o mundo ocidental.

Segundo consta nas publicações especializadas, essa medida foi tomada em virtude do aumento das necessidades soviéticas de titânio para emprego na construção de submarinos. Especula-se também que a União Soviética deseja reter uma reserva maior para dificultar o programa ocidental de produção de mísseis dirigíveis.

Em virtude dessa decisão soviética, o Japão, que é o terceiro maior produtor mundial (11.000t em 1.979)decidui aumentar em 60% o preço de sua esponja e já estabeleceu planos para grandes expansões.

Os Estados Unidos apesar de serem o segundo maior produtor (20.700t em 1.979), necessitam também importadores e precisam se abastecer no mercado japonês, inglês (2250t produzidos em 1.979) ou chinês (1800t produzidos em 1.979).

Com a saída soviética do mercado todos os atuais produtores estão se preparando para ocupar uma parcela do lugar e a situação mundial apresenta o seguinte quadro:

	PRODUÇÃO EM 1.979 (t)	EXPANSÃO ANUNCIADA (t)
ESTADOS UNIDOS..........	20.700	23.700
INGLATERRA.............	2 250	4.500
JAPÃO...	11.000	20.600
TOTAL......	33.950	48.800

Desses três países, os Estados Unidos são os únicos a possuírem alguma reserva de minério de titânio, apesar de serem importadores. O Japão e a Inglaterra são totalmente dependentes do minério.

Sob esse aspecto, o Brasil encontra-se em situação altamente privilegiável pois possui uam reserva estimada de 700 milhões de toneladas de anatásio , que é um minério de alto teor de titânio.

- continuação -

2) DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO BRASILEIRO

Na área tecnológica para a produção de esponja de titânio existe um trinômio básico totalmente interdependente:

- Concentração do minério: que dá origem a um concentrado de alto teor
- Cloração do concentrado: que dá origem ao tetracloreto de titânio
- Redução do tetracloreto de titânio por magnésio: que dá origem à esponja de titânio

Desse trinômio, a área que apresenta maior dificuldade de desenvolvimento é a redução do tetracloreto de titânio por magnésio, que é guardado como segredo pelos países produtores e que foi desenvolvido pela Divisão de Materiais do CTA, estando com a tecnologia totalmente dominada em escala piloto em uma usina com capacidade para produzir 12 t/ano de esponja de titânio.

A concentração do minério foi estudada pela Cia. Vale do Rio Doce, que prêve a instalação de uma usina com capacidade para produção de 15.000t de concentrado para fins de 1.982.

A cloração do concentrado foi desenvolvida pelo C.T.A. em escala de laboratório e necessita de algum tempo para ser avaliada em escala piloto.

Como os dois fatores extremos do trirômio tecnológico são do conhecimento de entidades brasileiras e o fator do meio irá necessitar de algum tempo para ser desenvolvido, é viável, em termos de econômia de tempo, que esse fator, a tecnologia de cloração, seja comprada no exterior, fazendo, inclusive, parte de um integral de tecnologia para obtenção do pigmento (TiO_2), fechando, assim, a cadeia que fará o País auto-suficiente na produção de titânio metálico e pigmento de titânio.

3. CONTATOS REALIZADOS

3.1. Com a Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo de Minas Gerais

O CTA já realizou três reuniões com a Secretaria supra citada, visando montar um esquema para a implantação de indústria de titânio no Brasil.

Até o presente,foram tomadas as seguintes deliberações:

- O CTA vai assinar um Termo de Ajuste com a Metais de Minas Gerais S/A (METAMIG),no qual o primeiro programa de trabalho será a operação por 2 anos de usina piloto do CTA para a produção de 12t/ano de esponja de titânio.

Durante esses dois anos de operação, será possível fazer o projeto de um módulo industrial para produção de 300t/ano e esperar entrar em operação a unidade produtora de 15.000t/ano de concentrado da Cia. Vale do Rio Doce.

Deverão arcar com as despesas de operação da usina piloto de esponja, além da própria METAMIG, as empresas paulistas: Açotécnica S/A e Eletrometal Aços Finos S/A.

- A METAMIG vai assinar um acordo com a CVRD para assegurar o fornecimento do concentrado necessário à operação do módulo de 300t/ano.

- A METAMIG vai assinar acordo com a Construtora Andrade Gutierrez, acionista da Tibrás, para a criação de uma Sociedade Anônima,visando a produção de esponja de titânio e pigmento (TiO_2).

Dentro desse esquema, a CVRD entraria com a tecnologia de obtenção do concentrado, o CTA entraria com a tecnologia de obtenção de esponja de titânio e a tecnologia de cloração do concentrado e obtenção de TiO_2 seria importado

A Construtora Andrade Gutierrez entraria com participação majoritária na produção de TiO_2 e a Açotécnica e a Eletrometal entrariam majoritariamente na produção da esponja de titânio.

3.2) Reunião com o Dr. Francisco das Chagas Pinto Coelho do MME

Participaram dessa reunião, além dos representantes do CTA, representantes de CVRD, do INDI de Minas Gerais e do CDI.

O Dr. Chagas comunicou que o Ministro da Indústria e Comércio da França, em conversa mantido com o Ministro Cals, manifestou grande interesse em conhecer detalhes sobre nossa reserva de anatásio e ventilou a possibilidade de a França montar no Brasil uma fábrica para a produção de esponja de titânio.

O consenso geral dos participantes da reunião pode ser resumido nos seguintes pontos:

- A França não possui tecnologia para a produção de esponja de titânio, pois recentemente tentou comprar tal tecnologia, sem sucesso, no Japão.

- O Brasil, além de possuir grandes reservas de minério, possui essa tecnologia e seria um contra-senso importá-la.

- O Brasil não possui tecnologia para cloração do concentrado e produção de TiO_2 e seria viável sua compra.

Face a esse consenso, chegou-se a conclusão que era aconselhável retirar-se esse assunto da agenda do Sr. Presidente em sua próxima visita à França. Se isso, no entanto, não for possível, seria interessante que um representante do CTA acompanhasse a comitiva para um assessoramento no assunto.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL
INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

REGISTRO DE CONTATO EXTERNO

Nº

Órgão Externo MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Data 02-12-80 Local Contato telefônico

Participantes

Do IPD:
Maj ROBERTO KESSEL

Do órgão externo:
Dr FRANCISCO CHAGAS P. COELHO

Informou que pressão francesa se faz via Embaixador X MME e MIC -FRANÇA X M.PLANEJAMENTO.

Perguntou sobre o interesse de grupos nacionais. Foi informado sobre o trabalho catalizador da Sec. Ind. e Comércio de M.G. via METAMIG e INDI e que já fizemos a 3ª reunião a respeito, inclusive c/empresários de SP e MINAS.

Perguntou sobre como PMR veria a compra de tecnologia francesa na área. Afirmamos que ficaríamos preocupados pois o que sabemos é que a França buscava interação c/ Japão que endureceu posição. A França já produziu Ti, Zr no passado, estando fora de tecnologia atual pelo que sabemos. Informamos que existe tecnologia na área de redução em escala piloto e cloração na escala laboratório. Poderia ser comprada tecnologia de cloração para acelerar.

Perguntou de onde?

Informamos, Japão, Alemanha ou E.U. c/ a ressalva que cloração de anatásio especificamente ninguem possui.

Informou que a Tioxide pretende instalar planta 60.000 t/ano (pigmento) e que a Bayer através da Tibrás 20.000 t/ano (via cloro), logo esta deverá ter tecnologia assegurada. Informei que usou concentrado CBMM. Ratificou e pediu reunião para 10/12 - quarta feira - 10 horas - Gabinete do Ministro.

Maj ROBERTO KESSEL

Titânio: País pode ser maior

Já temos o "know-how"

O trabalho desenvolvido pelos engenheiros Carlos Rover e Paulo Remi na usina piloto, da Divisão de Materiais do CTA, foi no sentido de permitir uma economia de tempo e de energia no processo de obtenção de esponja de titânio, obtenção essa difícil e custosa.

Eles desenvolveram um equipamento capaz de realizar as etapas de redução e destilação em vácuo de tetracloreto de titânio, em um único forno, utilizando-se uma só retorta (vaso apropriado para operação química) de tal maneira que a destilação em vácuo pudesse ser realizada imediatamente após o término da redução.

Assim enquanto o processo industrial utiliza dois fornos, um para redução e outro para destilação; reator para redução e retorta para destilação, havendo inclusive possibilidades de contaminação da esponja durante a transferência redução-destilação, o processo desenvolvido no CTA prevê a utilização de um só forno para as duas operações, uma só retorta, não havendo assim possibilidade de contaminação, pois não há transferência.

Pelo processo do CTA, existe uma economia de 10% de energia, pois não necessidade de aquecimento da carga de destilação; de 35% de tempo pelo mesmo motivo e também devido ao menor número de tempos mortos no transporte e acoplamento de equipamentos; -20% de mão-de-obra. Tudo isso resulta numa economia de 40% no investimento em equipamentos para redução-destilação.

Os engenheiros receberão, em virtude do aprimoramento deste processo, o prêmio "Governador do Estado", como vencedores do VII Concurso Nacional de Invento Brasileiro, amanhã em São Paulo.

INÍCIO

No início em 1968, o CTA iniciou a operação de uma usina-piloto de produção de esponja de titânio, montada na divisão de materiais do IPD, visando o desenvolvimento de know-how próprio para a obtenção do metal.

Foi utilizado inicialmente um fluxograma desenvolvido pelo U.S. Bureau of Mines, com algumas modificações na instalação de purificação de tetracloreto de titânio. À medida em que foi sendo adquirida experiência no processo, foram sendo introduzidas modificações no equipamento original, com a supresão de algumas etapas.

As dificuldades na compra do tetracloreto de titânio nacional, que era fornecido pela Companhia Eletroquímica Panamericana, a existência de grandes jazidas de ilmenita (minério do qual pode ser obtido titânio) no litoral brasileiro, e a descoberta de abundantes jazidas de anastásio em Minas Gerais e Goiás, conduziram a uma ampliação do projeto inicial, incluindo experiências de cloração de minérios em escala de laboratório, não se chegando a trabalhos em escala piloto nessa área. A usina piloto de produção de esponja foi operada até fins de 76, utilizando Tetracloreto de Titânio importado, quando então foram encerradas as experiências com os equipamentos desenvolvidos e Carlos Rover e Paulo Remi solicitaram a patente.

A usina—piloto

O engenheiro Carlos Rover explica o seu trabalho

Com a tecnologia de obtenção de titânio desenvolvida pelo CTA através dos engenheiros Carlos Firmo Schmidt Rover e Paulo Remi Guimarães Santos, que inclusive receberão prêmio pela descoberta, amanhã, tornando o processo bem mais barato, o Brasil poderá em pouco tempo tornar-se o maior exportador mundial do metal.

O titânio é o quarto metal estrutural da Terra, depois do alumínio, ferro e magnésio, servindo para inúmeras aplicações já que é muito mais leve que o aço e tão resistente quanto ele. Os engenheiros terminaram o projeto em 1975, e de lá para cá, ele vem sendo negociado, principalmente com o governo de Minas, interessado em produzir titânio no Triângulo Mineiro. Já está quase certo que Minas produzirá o metal, que será processado pela iniciativa privada, com a tecnologia desenvolvida pelo CTA.

O titânio pode ser obtido de cinco minérios, e um deles, o anatásio, existe em grande quantidade nas cidades de Salitre e Tapira, em Minas Gerais, e Catalão em Goiás. Inclusive, estima-se em 700 milhões de toneladas o potencial dessas regiões, a maior jazida do mundo.

Além de produzir o metal, o Governo de Minas também estaria interessado em produzir pigmento de titânio, que tem grande aceitação também no mercado mundial

TITÂNIO

O excepcional perfil tecnológico do titânio metálico habilita-o a preencher lacunas em certas aplicações particulares e a substituir com vantagem, materiais tradicionais, bastando, para tal, um melhor conhecimento de suas propriedades e campos de aplicação. Entre diversas outras utilizações, o titânio — considerado metal estratégico — tem validade para a indústria naval e aeronáutica. Segundo notícias veiculadas recentemente, a União Soviética, grande produtora de titânio, teria deixado de exportá-lo porque o estava usando para o casco de submarinos.

Tendo em vista a escassez e a contínua alta dos preços do níquel e a crescente ascensão dos preços de cobre, o titânio vem tendo largo emprego nos equipamentos no combate a poluição atmosférica. Praticamente, em todas as indústrias do aço, alumínio, de galvanoplastia e treinamento superficiais, petroquímica, química e de extração mineral, têxtil, de papel e de fibras sintéticas, naval, eletrônica, mecânica estrutural e de aeronáutica, existe a necessidade de tais equipamentos, o que abre uma nova perspectiva de emprego do metal, na fabri-

cação de uma vari[...]
destinados a neutra[...]
dores da atmosfera.

Em aplicações n[...]
tem se revelado un[...]

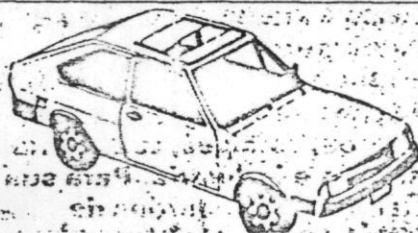
Os engenheiros C[...]

Con[...]

É extremament[...] leira, frente a si[...] refere a exportaçã[...] vez mais procura[...] matéria-prima de[...] processo tecnológ[...] dições de montar[...] esponja para col[...] interno e externo,[...]

No início do ano[...] do no Engineerin[...] situação bastante[...] de Titânio no ano[...] dito que os pedid[...] americana domi[...] 1978, com os cons[...] car seus pedidos[...]

A demanda d[...] ronáutica militar[...] pras para entrega[...] neral Dynamics[...] glas compensava[...] F-14. Abriam-se[...] cados, principal[...] Gould Inc. most[...] de moedas em T[...] Casa da Moeda[...] de 70.

Além disso, o[...] contrato com a F[...]

...s pode ser maior produtor

Com a tecnologia de obtenção de titânio desenvolvida pelo CTA através dos engenheiros Carlos Firmo Schmidt Rover e Paulo Remi Guimarães Santos, que inclusive receberão prêmio pela descoberta, amanhã, tornando o processo bem mais barato, o Brasil poderá em pouco tempo tornar-se o maior exportador mundial do metal.

O titânio é o quarto metal estrutural da Terra, depois do alumínio, ferro e magnésio, servindo para inúmeras aplicações já que é muito mais leve que o aço e tão resistente quanto ele. Os engenheiros terminaram o projeto em 1975, e de lá para cá, ele vem sendo negociado, principalmente com o governo de Minas, interessado em produzir titânio no Triângulo Mineiro. Já está quase certo que Minas produzirá o metal, que será processado pela iniciativa privada, com a tecnologia desenvolvida pelo CTA.

O titânio pode ser obtido de cinco minérios, e um deles, o anatásio, existe em grande quantidade nas cidades de Salitre e Tapita, em Minas Gerais, e Catalão em Goiás. Inclusive, estima-se em 700 milhões de toneladas o potencial dessas regiões, a maior jazida do mundo.

Além de produzir o metal, o Governo de Minas também estaria interessado em produzir pigmento de titânio, que tem grande aceitação também no mercado mundial.

TITÂNIO

O excepcional perfil tecnológico do titânio metálico habilita-o a preencher lacunas em certas aplicações particulares e a substituir com vantagem, materiais tradicionais, bastando, para tal, um melhor conhecimento de suas propriedades e campos de aplicação. Entre diversas outras utilizações, o titânio — considerado metal estratégico — tem validade para a indústria naval e aeronáutica. Segundo notícias veiculadas recentemente, a União Soviética, grande produtora de titânio, teria deixado de exportá-lo porque o estava usando para o casco de submarinos.

Tendo em vista a escassez e a contínua alta dos preços do níquel e a crescente ascensão dos preços de cobre, o titânio vem tendo largo emprego nos equipamentos ao combate a poluição atmosférica. Praticamente, em todas as indústrias do aço, alumínio, de galvanoplastia e treinamento superficiais, petroquímica, química e de extração mineral, têxtil, de papel e de fibras sintéticas, naval, eletrônica, mecânica estrutural e de aeronáutica, existe a necessidade de tais equipamentos, o que abre uma nova perspectiva de emprego do metal, na fabricação de uma variada gama de dispositivos destinados a neutralização dos agentes poluidores da atmosfera.

Em aplicações no corpo humano, o titânio tem se revelado um metal com grandes perspectivas pelas suas características de resistência mecânica, resistência a corrosão e baixa densidade. Ele não sofre rejeição pelo organismo humano e vem tendo aplicação crescente a fabricação de peças para implantes ósseos e em dispositivos ortopédicos corretivos.

Os engenheiros Carlos Rover e Paulo Remi com o diretor do IPD, coronel Sérgio Xavier Ferolla

Consumo tende a aumentar

É extremamente favorável a situação brasileira, frente a situação mundial, no que se refere a exportação do Titânio, um metal cada vez mais procurado e escasso. O país possui matéria-prima de excelente qualidade e um processo tecnológico bastante viável, em condições de montar uma fábrica de produção de esponja para colocar o produto no mercado interno e externo.

No início do ano passado, um artigo publicado no Engineering Ming Journal previa uma situação bastante favorável para os produtores de Titânio no ano de 79. Naquela ocasião, fora dito que os pedidos da indústria aeronáutica americana dominaram todo o mercado em 1978, com os consumidores lutando para colocar seus pedidos de produtos laminados.

A demanda de Titânio na indústria aeronáutica militar permanecia alta pois as compras para entrega futura para o F-16 da General Dynamics e F-18 da McDonnell-Douglas compensavam as quedas nos pedidos do F-14. Abriam-se perspectivas para novos mercados, principalmente após o anúncio da Gould Inc. mostrando interesse na produção de moedas em Titânio, idéia já aventada pela Casa da Moeda do Brasil, no início da década de 70.

Além disso, o Timet Div havia firmado um contrato com a Força Aérea dos Estados Unidos para produzir chapas de uma nova liga de alta resistência, que poderia vir a ser um excelente material de construção de aviões civis e militares.

Os produtores americanos de esponja e produtos laminados já tinham sua produção comprada para todo o ano de 79 e os pedidos deveriam exceder vinte mil toneladas, condicionados, no entanto, a dois fatores importantes: a possibilidade de importação de esponja do Japão e da Rússia e a manutenção de um alto nível na demanda da aviação civil.

Essas eram as previsões feitas no início de 79. No entanto, notícias veiculadas na imprensa deram conta de que a União Soviética decidiu suspender a venda, de esponja de Titânio, obrigando a Europa e os Estados Unidos a procurarem novas fontes de abastecimento, favorecendo dessa forma os produtores tradicionais. Em vista disso, os japoneses decidiram aumentar sua produção e também o preço em 60%.

Para os produtores de esponja a situação é, pois, extremamente favorável, pois enquanto o consumo tende a aumentar, a disponibilidade tende a diminuir. Para enfrentar esses problemas, a Inglaterra, através da Imperial Metals Industry, já anunciou sua disposição em abrir uma fábrica para produzir cinco mil toneladas de esponja, prevendo-se um investimento da ordem de US$ 40 a US$ 60 milhões.

Ministério da Aeronáutica
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL
Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento
DIVISÃO DE MATERIAIS

PROJETO METAIS ESTRATÉGICOS

PROJETO METAIS ESTRATÉGICOS

PROJETO METAIS ESTRATÉGICOS

"Em termos econômicos, crê-se que os recursos materiais são escassos, que a escassez aumenta com o tempo e que a escassez de matérias primas e seu agravamento diminuem os níveis de sobrevivência e o crescimento econômico" Barnett e Morse

1 . OBJETIVO

Elaboração de um Plano Estratégico para a utilização dos recursos minerais brasileiros.

2 . TENDÊNCIAS NA ÁREA DE RECURSOS MINERAIS

2.1) Análise Geral

As matérias primas têm sido colocadas nos últimos anos em uma posição especial no que diz respeito à preocupação do homem em relação à sua sobrevivência.

As indagações começaram relacionadas com a energia, onde as preocupações se situam na reserva finita das principais fontes energéticas e logo se generalizaram para todos os minerais que ocorrem na crosta terrestre e que também são finitos.

Duas correntes de pensamentos antagônicos vêm dominando as atenções em relação ao problema. Os fatalistas, assim conhecidos pelos estudos realizados, demonstrando que, baseado na evolução do consumo dos principais bens minerais e nas reservas conhecidas, antes do ano 2000 um grande número desses bens já teria se esgotado. Nesse caso estariam, entre outros, o cobre, o zinco, o chumbo e o estanho.

Alguns desses conceitos apareceram de forma enfática, pela primeira vez, na obra "The Limits to Growth" editado por L.Meadows, em 1972. Na realidade, com o passar dos anos, foi comprovado que o estudo não levava

em conta o aumento das reservas de determinado bem mi-neral, em função da descoberta de novas jazidas.

Opondo-se aos fatalistas, encontram-se os otimistas, que ainda acreditam na capacidade humana de se adap-tar, mudando seus hábitos e consumindo aquilo que lhe pode ser oferecido. Esse grupo, além de não acreditar em qualquer escassez a curto prazo, preconiza que a tecnologia aplicada aos minérios de baixo teor hoje não explorados por razões econômicas, as possibilida-des de substituição dos metais e a sua reciclagem, se-riam suficientes para garantir por um tempo extrema-mente longo o suprimento das matérias primas neces-sárias à sobrevivência da civilização.

O ponto positivo de todas as discussões que vêm ocor-rendo sobre o tema é que as matérias primas devem ser exploradas racionalmente e a otimização do seu uso deve fazer parte de um plano estratégico que cada na-ção deve possuir, de modo a orientar sua ação interna e seu relacionamento com as outras nações.

É necessário que cada país esteja consciente do papel que desempenha como dono de uma parte da crosta ter-restre, utilizando da melhor maneira possível esses bens para o crescimento econômico do seu povo e o bem estar da humanidade.

A posição brasileira é bastante peculiar com relação a recursos minerais. Dono de uma das maiores áreas terrestres entre as nações do mundo, o Brasil não ocu-pa o lugar que deveria ocupar, em termos de produção mineral. No seu trabalho sobre a distribuição das ri-quezas minerais, o pesquisador canadense Govett de-mostra que há uma relação entre a área do país, a ren-da per capita e a produção mineral. Analisando-se os dados apresentados nesse trabalho vamos encontrar o Brasil muito abaixo de sua potencialidade relativa se fosse usada a correlação área/produção mineral. Esse fato deve ainda ser corrigido para valores menos sig-nificativos se não se considerar a produção de miné-rio de ferro.

Dentro desse quadro geral é de se prever a necessidade de urgente de ser estabelecido um plano estratégico de exploração mineral e indústria extrativa de um modo global, que objetive colocar o país no lugar a que tem direito no contexto internacional.

2.2) Situação Internacional

A década de 70 será lembrada na posteridade como os anos que iniciaram a crise de combustível e a elevação nos custos de energia. A década que se inicia pode ser lembrada como o início das dificuldades para o fornecimento e aumento dos custos para a produção dos metais.

Isto não significa necessariamente uma previsão de que os preços dos metais irão subir tão rapidamente quanto os preços dos combustíveis, pois na realidade muitos mètais não ferrosos têm suprimento abundante a preços razoáveis. Ocorre, porém, que os preços de muitos metais, incluindo, cobre, molibdênio e níquel cresceram drásticamente no ano passado e há previsão para uma contínua redução no fornecimento e instabilidade nos preços para os próximos cinco anos pelo menos.

De uma maneira geral pode-se dizer que a situação da balança da demanda x oferta sofrerá um agravamento não somente por causa de um aumento nos custos de energia, mas também devido a um acréscimo nos custos de capital para novas minas e usinas de processamento. Muitas empresas não estão expandindo suas capacidades, pois estão temerosas de se engajarem em grandes e custosos projetos em virtude de suas experiências desastrosas com as oscilações anteriores do mercado.

Atualmente a grande preocupação dos Estados Unidos é sua dependência em materiais, pois está apoiada em países com governos instáveis ou de relacionamento difícil. O problema se agrava ainda mais, face ao fato de que muitas usinas de processamento americanas en-

contram-se no exterior, aumentando a dependência não só com relação ao minério, como também com relação à obtenção dos metais. Essa dependência torna os Estados Unidos cada vez mais vulveráveis econômica e estrategicamente. Por exemplo, 18 dentre os minerais considerados essenciais para a economia e segurança dos americanos são importados em um nível acima de 50%.

Uma análise detalhada, revela que eles dependem de importação, a um nível acima de 90% em minérios de cromo, cobaldo, manganês e nióbio. Além disso, o país é dependente, em um nível que varia de 75 a 90%, em alumínio, platina, estanho, tântalo e mercúrio. Em um nível de importações situado entre 50 e 70% estão o zinco, ouro, prata, tungstênio, níquel, cádmio e selênio.

Com relação ao cobalto, sabe-se que cerca de 60% da produção mundial vem do Zaire e Zâmbia, sendo que a dependência americana já atingiu o nível de 97%. A instabilidade política nesses países ocasionou um suprimento descontínuo, com a consequente quadruplicação dos preços nos últimos dois anos. O cobalto é um elemento chave na confecção de palhetas de turbina, ligas para material eletrônico e imãs permanentes.

Com relação ao cromo, cerca de 63% do seu minério encontra-se na África do Sul e 33% na Rodésia. Da mesma maneira que no Zaire e em Zâmbia a instabilidade política desses países é o fator de maior preocupação.Por essa razão o preço do cromo dobrou entre 1974 e 1975, manteve-se constante até 1979 e começou a subir novamente. Apesar de algumas tentativas, ainda não se conseguiu encontrar um substituto para o cromo nas ligas resistentes à corrosão ou para empregos em ligas à altas temperaturas.

Com relação ao manganês sabe-se que a produção americana de ferro-manganês vem diminuindo ano a ano a ponto de o Presidente da Ferro-Alloys Association dos Estados Unidos ter afirmado que por volta de 1990 seu

país não mais estará produzindo ferromanganês. A produção mundial de manganês está concentrada na África do Sul e União Soviética e seu preço dobrou em 1974, permaneceu relativamente estável até o ano passado e então começou a subir rapidamente.

A propósito dessa concentração de manganês na África do Sul e União Soviética é interessante citar o conceito de "Golfo Pérsico dos Metais" que está sendo desenvolvido entre os países industrializados por causa da combinação das percentagens de reservas dos materiais críticos na região sul da África e na União Soviética como pode ser observado na Tabela I.

	SUL DA ÁFRICA % da reserva mundial	U.R.S.S. % da reserva mundial	SUL DA ÁFRICA E URSS % da reserva mundial
Metais do Grupo da Platina	86	13	99
Manganês	53	45	98
Vanádio	64	33	97
Cromo	95	4	99
Ouro	50	19	69
Ferro	5	42	47
Cobalto	25	ND	25
Níquel	12	7	19
Zinco	10	8	18
Estanho	4	6	10
ND = Não Disponível			

Tabela I - Ocorrência de alguns minérios no Sul da África e URSS (Golfo Pérsico dos Metais).

Analisando-se essa tabela pode-se, talvez, entender as razões do interesse que a União Soviética vem demonstrando pelos países dessa região.

Essa situação mundial motivou o United States Bureau of Mines a realizar, por volta de 1970, um estudo de análise oferta x demanda, que concluiu que nos próximos 30 anos do atual século, o consumo mundial de bens minerais iria crescer anualmente numa taxa variando de 3,6 a 5,5%.

Além desse trabalho, um estudo recente (1976), patrocinado pela ONU, realizado por um grupo de economistas internacionais, concordou plenamente com o alto índice dessa previsão, estimando que, mesmo com novas e racionais maneiras de utilização de minerais, o mundo irá consumir três ou quatro vezes mais minerais nas próximas três décadas, do que já foi consumido em toda sua história.

Embora tais previsões são de preocupação imediata para os países industrializados (especialmente aqueles que necessitam importar minerais) é a grande parcela dos minerais que é consumida pelos países desenvolvidos que se esconde atrás da contravérsia atual entre países "ricos" e países "pobres". Os Estados Unidos, a Europa Ocidental e Japão juntos consomem mais de 3/4 da produção mundial de cobre, estanho, alumínio e petróleo e mais de 2/3 de chumbo e zinco. Pode ser que essa predominância pelos países desenvolvidos possa, de alguma maneira, diminuir no futuro, à medida que a tecnologia industrial sofra alterações e os países menos desenvolvidos obtenham sucesso na sua industrialização. No entanto, o padrão geral de alto consumo nesses países não irá provavelmente modificar-se radicalmente, nem irá diminuir sua dependência na importação de um grande número de minerais importantes industrialmente.

2.3) Situação Brasileira

A situação brasileira, em termos de recursos minerais,

é, atualmente, uma incógnita.

No momento presente sabe-se baseado em dados nem sempre confiáveis estatisticamente que em determinados bens minerais, especialmente aqueles que se destinam a usos finais mais sofisticados, a situação brasileira é potencialmente muito boa.

No entanto, todo esse panorama minero-metalúrgico nacional ainda não foi estudado com o objetivo firme de se estabelecer uma política mineral para o futuro, baseada nos aspectos estratégicos.

As tabelas II, III, IV e V, pretendem indicar de uma forma golbal a situação brasileira em relação a minérios e metais.

Na Tabela II é apresentada a dependência brasileira em relação à produção de metais e na Tabela III a dependência brasileira com relação aos recursos minerais.

Clássicos	Especiais	Ferrosos	Menores	Preciosos
Mg	Ti	Cr	Co	
Cu	Zr		Li	
Ni	W		Be	
	Ta		As	
	Nb		Sb	
	Mo		Bi	
	V			

Tabela II - Dependência brasileira com relação à produção de metais

Nessa tabela não estão consideradas as produções de ferro-ligas.

Clássicos	Especiais	Ferrosos	Menores	Preciosos
Cu	V	Mn	Co	Ag
Zn	Mo		As	Pt
Pb			Sb	
Ni			Bi	

Tabela III - Dependência brasileira com relação aos recursos minerais.

Nesta tabela estão englobados também os minerais que apesar de encontrados no Brasil apresentam problemas tecnológicos ou não atendem à demanda, caso dos metais clássicos, vanádio e manganês.

Na Tabela IV são apresentados os metais dos quais o Brasil possui reservas minerais, havendo no entanto, dependência mundial

Clássicos	Especiais	Ferrosos	Menores	Preciosos
	Nb	Cr	Be	Au
	Ta		Li	
	W			
	Ti			
	Zr			

Tabela IV - Reservas brasileiras de minérios com dependência mundial.

Se for feita a interseção dessa tabela com a Tabela II, originar-se-á a Tabela V, na qual são apresentados os metais que o Brasil não produz, mas possui reservas minerais e dos quais há dependência mundial.

Clássicos	Especiais	Ferrosos	Menores	Preciosos
	Nb	Cr	Be	
	Ta		Li	
	W			
	Ti			
	Zr			

Tabela V - Metais que o Brasil não produz, mas possui reservas minerais, havendo dependência mundial.

2.4) Evolução do Consumo e da Produção

No planejamento de uma ação estratégica para os metais não seria prudente tomar-se uma posição excessivamente otimista. Por outro lado, não se pode espe

rar que uma posição alarmista em termos de escassez pudesse trazer benefícios a um planejamento.

Analisando-se a situação internacional atual, o que se pode observar é que cada vez mais as nações procuram tornar-se independentes do fornecimento de matérias primas. Quanto isso não pode ser conseguido a curto prazo, adotam-se políticas de substituição a médio prazo e são formados estoques estratégicos. Como posição complementar, trata-se de encontrar um fornecedor alternativo que tenha interesse em trocar a sua matéria prima por outra escassa no seu país ou por algum produto manufaturado. É nesse sentido que se pode ver a evolução do mercado internacional de matérias primas.

Especificamente, alguns recursos minerais têm sido considerados mais críticos. A evolução, no entanto, é extremamente dinâmica, em função do consumo do metal, que está relacionado diretamente com o preço e em função do aparecimento de novas fontes de suprimento.

As taxas de crescimento mundial previstas para metais de maior valor de produção situam-se entre 2% e 6% ao ano. Metais como o alumínio, que atualmente experimentam um crescimento da ordem de 6% ao ano em função do preço e de novas aplicações, tenderão, no futuro, a ajustar sua taxa de crescimento em função da disponibilidade de matéria prima e da energia necessária à sua produção.

No Brasil a evolução é, no momento, mais acentuada, devido principalmente à crescente industrialização do País. Alguns setores de consumo só agora começam a aparecer, em função da necessidade que a indústria mais especializada tem de materiais mais sofisticados. Se for acrescentado a este fator o aumento da renda per capita e o crescimento da população, pode-se ver que o suprimento de matérias primas para o mercado interno poderá atingir pontos críticos se não houver um planejamento antecipado. Pode ser citado como exemplo recente o tungstênio, em que o País a cada mês diminui sua participação de exportação de minério, face

ao crescente consumo interno.

3 . O PLANO ESTRATÉGICO

O Plano Estratégico deverá abordar os seguintes itens:

3.1) Finalidade Principal

Permitir ao utilizador estar preparado para no futuro, decidir pelas ações mais corretas no sentido de aumentar a segurança do país em termos econômicos e militares.

qual é?

3.2) Definição do Conceito do Estratégico

O conceito do estratégico deverá basear-se, para os fins pretendidos, nas seguintes premissas:

- garantia de matérias primas suficientes para o abastecimento interno (estoques estratégicos), permitindo o crescimento econômico com segurança.
- garantia de matérias primas suficientes para o abastecimento da indústria militar, objetivando preservar a segurança nacional.
- possibilidade de fornecimento de matéria prima para países carentes delas, ou seja aumentar a importância do Brasil no cenário internacional.
- possibilidade de trocar o que nos sobra pela que nos falta, suprindo as nossas deficiências de forma inteligente.

3.3) Identificação das Matérias Primas Estratégicas

Para se identificar o que vem a ser estratégico deve-se:

- conhecer os nossos recursos e nossas possibilidades.
- conhecer as possibilidades e as deficiências de países selecionados.

- conhecer as possibilidades de substituir o que nos falta por outro material abundante no País ou em outros países que eventualmente nos forneceriam.
- estabelecer as tendências de modificações que poderão alterar futuramente o quadro atual.

3.4) Constituição do Plano Estratégico

Face às idéias expostas anteriormente, o Plano Estratégico seria constituido dos seguintes tópicos:

- montagem de um quadro da situação/diagnóstico.
- estabelecimento dos parâmetros básicos que podem alterar esse diagnóstico (fatores dinâmicos).
- definição dos pontos que precisam ser estimulados de modo a atingir os objetivos propostos.
- estabelecimento da política de abastecimento externo e a política de trocas.

4 . METODOLOGIA

Para a consecução de um objetivo e chegar-se-ã elaboração de um plano estratégico o Projeto Metais Estratégicos será dividido em três Sub-Projetos:

Sub-Projeto 1 - Elaboração do Plano Básico de Trabalho.

Sub-Projeto 2 - Execução do Plano Básico de Trabalho.

Sub-Projeto 3 - Definição do Plano Estratégico.

Será detalhado a seguir o Sub-Projeto 1.

Sub-Projeto 1 - Elaboração do Plano Básico de Trabalho

Esse sub-projeto terá como objetivo analisar a situação atual para determinados bens minerais no Brasil e no mundo, diagnosticar os problemas e as variáveis en-

volvidas, determinando metas que deverão ser atingidas e como atingi-las, através da elaboração de um Plano Básico de Trabalho que, se for aprovado, será executado no Sub-Projeto 2.

Com essa finalidade estão previstas as seguintes tarefas:

Tarefa 1.1 - Estudo das fontes de informação

Serão levantadas as fontes de informação existentes, avaliada a importância relativa das informações no contexto do trabalho e verificada a necessidade de realimentação de informações onde estas se revelarem insuficientes ou pouco específicas.

Tarefa 1.2 - Planejamento preliminar

Nesta tarefa o esquema preliminar do plano e o nível de informação serão discutidos com consultores nacionais e internacionais, de forma a se obter um modelo do Plano Básico de Trabalho eficiente, atual e dinâmico.

Tarefa 1.3 - Aprovação do Modelo

Os dados levantados nas tarefas 1.1 e 1.2 serão discutidos com o cliente ou com uma comissão designada especialmente para essa finalidade, de modo a modificar parte do modelo que não atender às necessidades nacionais. Nesta tarefa será aprovado um modelo básico no qual serão definidos os objetivos e planejados as ações a serem executadas.

Tarefa 1.4 - Detalhamento

Serão detalhadas nessa fase as ações a serem executadas como tarefas no Sub-Projeto 2.

Tarefa 1.5 - Definição do Plano Básico de Trabalho

Como tarefa final do Sub-Projeto 1, será apresentado o Plano Básico de Trabalho, contendo os objetivos, os parâmetros limites, o guia de execução e os pontos de controle.
A aprovação do Plaro Básico servirá como término do Sub-Projeto 1 e autorização para o início do Sub-Projeto 2.

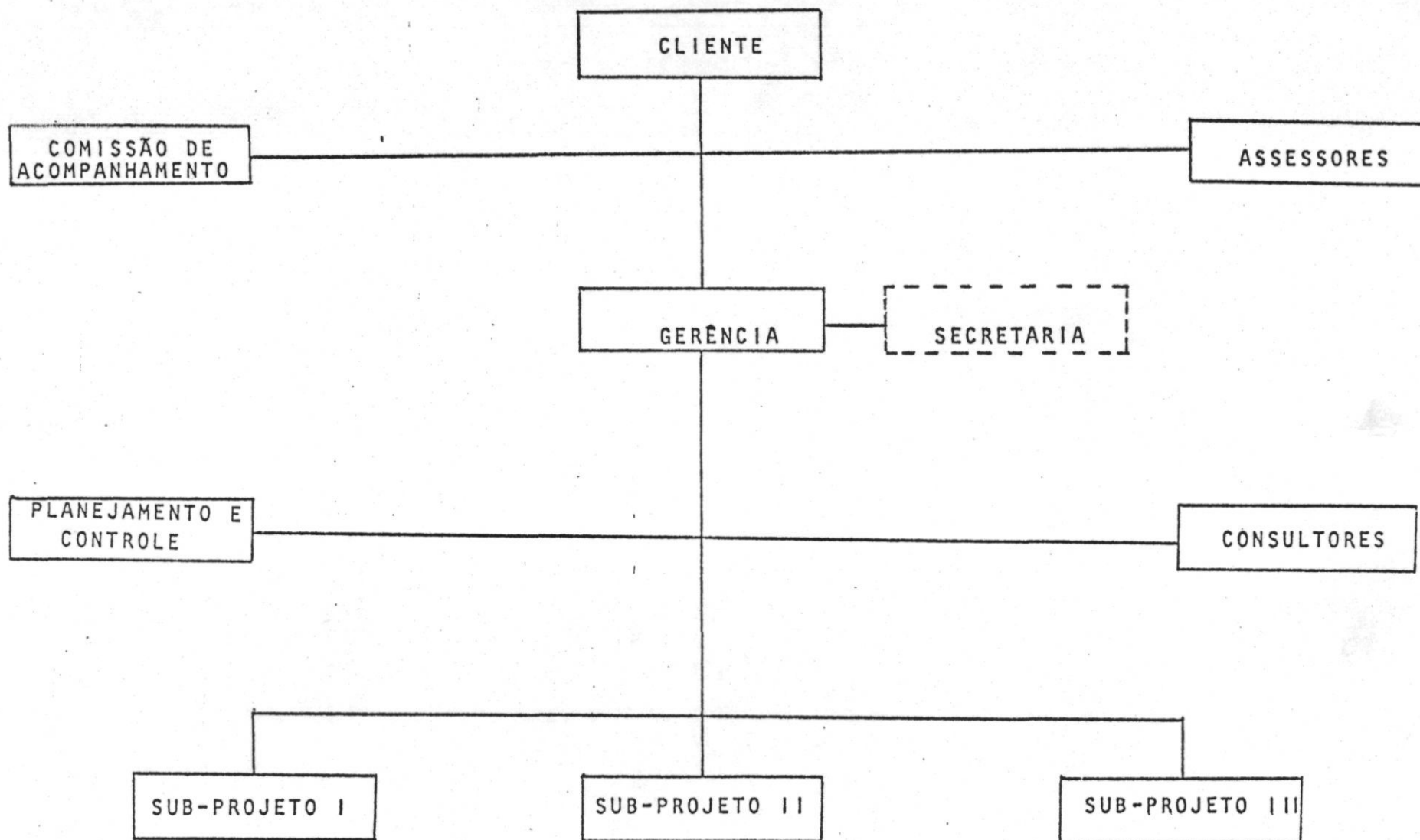
5 . ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

O projeto deverá se estruturar baseado em uma coordenação central, apoiada em um setor de planejamento e controle e em um setor de apoio técnico baseado em consultores.

Os grupos executivos terão tarefas específicas de acordo com sua especialidade, participando de reuniões conjuntas, de modo a se manter orientados em relação ao progresso do trabalho.

O cliente poderá acompanhar o trabalho diretamente e, se desejar, através de assessores especialmente convidados a participarem de uma comissão de acompanhamento.

O organograma seguinte mostra a organização proposta.

"O R G A N O G R A M A"

6 . CRONOGRAMA DO SUB-PROJETO 1

TAREFA \ MÊS	1	2	3	4	5	6	7	8
1.1	———	———	———					
1.2			———	———	———			
1.3						———		
1.4							———	
1.5								———

7 . RECURSOS FINANCEIROS

7.1 - Pessoal (3.1.1.0)

Sub-Total	Cr$	16.700.000,00

7.2 - Material de Consumo (3.1.2.0)

Sub-Total	Cr$	200.000,00

7.3 - Serviços de Terceiros e Encargos (3.1.3.0)

Remuneração de Serviços Pessoais (Consultoria Técnica)	Cr$	4.000.000,00
Viagens e Diárias	Cr$	2.500.000,00
Outros	Cr$	300.000,00
Sub-Total	Cr$	6.800.000,00
TOTAL	Cr$	23.700.000,00

Ministério da Aeronáutica
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL
Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento
DIVISÃO DE MATERIAIS

INFORMAÇÕES SOBRE O TITÂNIO

INFORMAÇÕES SOBRE O TITÂNIO

1 . INTRODUÇÃO

O titânio é um metal de côr prateada, de elevado ponto de fusão e muito disseminado na natureza. É o nono elemento em abundância na crosta terrestre e o quarto mais encontrado dos metais estruturais, como indica a Tabela I. É classificado como metal reativo, devido à facilidade com que se combina com outros elementos, principalmente gases, sendo encontrado, sempre, sob a forma de óxidos, exigindo técnicas especiais para a sua obtenção (atmosferas inertes, vácuo, fusão a arco, etc).

TABELA I

ELEMENTOS METÁLICOS MAIS COMUNS NA CROSTA TERRESTRE

(partes por milhão)

Elemento	ppm	Elemento	ppm
		Rubídio	310
Alumínio	81.300	Estrôncio	300
Ferro	50.000	Cromo	200
Cálcio	36.300	Níquel	80
Sódio	28.300	Cobre	70
Potássio	25.900	Estanho	40
Magnésio	20.900	Chumbo	16
TITÂNIO	4.400	Urânio	4
Manganês	1.000	Prata	0,1

(Fonte: Principles of Geochemistry - Brian Mason, Chapman and Hall - 1952)

Descoberto em 1790, por William Gregor, começou a ser utilizado, como ferro-liga, em siderurgia, a partir de 1906; como óxido, na forma de pigmentos, em 1918; como óxido, cobrindo eletrodos em solda elétrica, em 1930. Como metal, porém, somente começou a ser utilizado a partir de 1948, quando foi produzido em escala industrial, pelo processo desenvolvido por Wilhelm J. Kroll na United States Bureau of Mines, durante a II Guerra Mundial.

O governo americano, atento para a importância desse metal, financiou todas as pesquisas e, a seguir, divulgou, amplamente, os resultados obtidos, visando despertar o interesse para a sua metalurgia, além de despender cerca de 50 milhões de dólares em financiamentos às primeirá emprêsas que se implantaram no país.

2 . *MINÉRIOS DE TITÂNIO*

Os principais minérios de Ti são: a ilmenita, o rutilo, o anatásio, a brookita e a perowskita, cujas fórmulas químicas são apresentadas na Tabela II.

MINÉRIO	FÓRMULA
Ilmenita	$FeO.TiO_2$
Rutilo	TiO_2
Anatásio	TiO_2
Brookita	TiO_2
Perowskita	$CaO.TiO_2$

Tabela II - Fórmula química dos principais minérios de Ti

Dentre estes, o rutilo, o anatásio e a ilmenita se afiguram como os mais importantes pela sua abundância. Os outros são de importância comercial restrita, pelo fato de não ocorrerem em depósitos significativos.

A ilmenita, que engloba cerca de 90% da produção mundial, ocorre em camadas lenticulares encaixadas em gnaisses e em outras rochas metamórficas cristalinas com teores comercialmente exploráveis de 5 a 20% de TiO_2. Pode também ocorrer como um dos constituintes das areias pretas, associadas ou não à magnetita, ao rutilo, ao zircão ou à monazita, com teores de 1 a 2% de TiO_2. Pode-se obter da ilmenita, por processos químicos, um concentrado intermediário, que é a escória Sorel, com 70 a 80% de TiO_2 e um concentrado de alto teor de ilmenita concentrada ou rutilo sintético com teor acima de 95% de TiO_2.

O rutilo e o anatásio são óxidos de titânio que se diferenciam entre si pelo arranjo cristalino. O rutilo é encontrado nas areias litorâneas com um teor médio de 0,5% de TiO_2, mas depois de beneficiado por processos físicos, atinge um teor acima de 95% de TiO_2. É um minério não magnético, o que facilita sua separação da ilmenita, que é magnética, quando ambos ocorrem juntos nas areias pretas.

O anatásio, que se localiza em chaminés alcalinas, só é encontrado em quantidade economicamente explorável no Brasil. As reservas brasileiras, cuja cubagem ainda não foi totalmente efetuada, encontram-se em Minas Gerais e Goiás, com teores variando de 5 a 20% de TiO_2. Após uma concentração física este teor aumenta para 70%, atingindo 95% de TiO_2 através de processos químicos.

As reservas conhecidas de anatásio, bem como sua localização podem ser vistas da Tabela III.

Além dessas reservas conhecidas, sabe-se da existência de uma jazida em Patrocínio MG, em poder da Diadema Mineração, subsidiária da CBMM, estimada em 60×10^6 t de minério.

LOCALIZAÇÃO	DETENTOR	RESERVAS CONHECIDAS
Salitre - MG	CVRD	250×10^6 t (20% TiO_2)
Tapira - MG	CVRD	200×10^6 t (20% TiO_2)
Catalão - GO	METAGO	250×10^6 t (20% TiO_2)

Tabela III - Reservas conhecidas de anatásio

Na Tabela IV é apresentado um resumo das principais características dos minérios de Ti mais importantes.

NOME	CARACTERÍSTICAS
Ilmenita	Mais abundante; pouco empregado devido ao alto teor de Fe; usado na produção de pigmento (TiO_2) pelo processo sulfato; teor de TiO_2 igual à 54%; reservas mundiais iguais a 211,4 x 10^6t de TiO_2
Rutilo	Matéria prima nobre; escassez de oferta ; usado na produção de pigmento (TiO_2) pelo processo cloreto; teor de TiO_2 igual à 96%, obtido como sub-produto da mineração da ilmenita; reservas mundiais iguais à 36,5 x 10^6t de TiO_2.
Anatásio	Matéria prima nova; aplicável ao processo cloreto; baixo teor de Fe; só se tem notícias da existência no Brasil; reservas brasileiras iguais à 700 x10^6t de TiO_2.

Tabela IV - Características principais dos minérios de Ti.

3 . OBTENÇÃO DE TiO_2

Para a produção de TiO_2 podem ser seguida duas linhas básicas, como se vê na Figura 1.

- Processo Cloreto, que é o tratamento do concentrado com Cl_2.
- Processo Sulfato, que é o tratamento do concentrado com H_2SO_4.

No Processo Cloreto a matéria prima utilizada pode ser a ilmenita, o rutilo sintético, o rutilo natural ou o concentrado de anatásio, todos com teores de TiO_2 acima de 95%.

O produto obtido, após a cloração, é o $TiCl_4$ que tanto pode ser usado para a obtenção do TiO_2, como para a pro

MINÉRIO

CONCENTRADO

Cl_2

PROCESSO CLORO

H_2SO_4

PROCESSO SULFATO

$TiCl_4$

TITANIO (METAL)

TiO_2 (PIGMENTO)

TiO_2 (PIGMENTO)

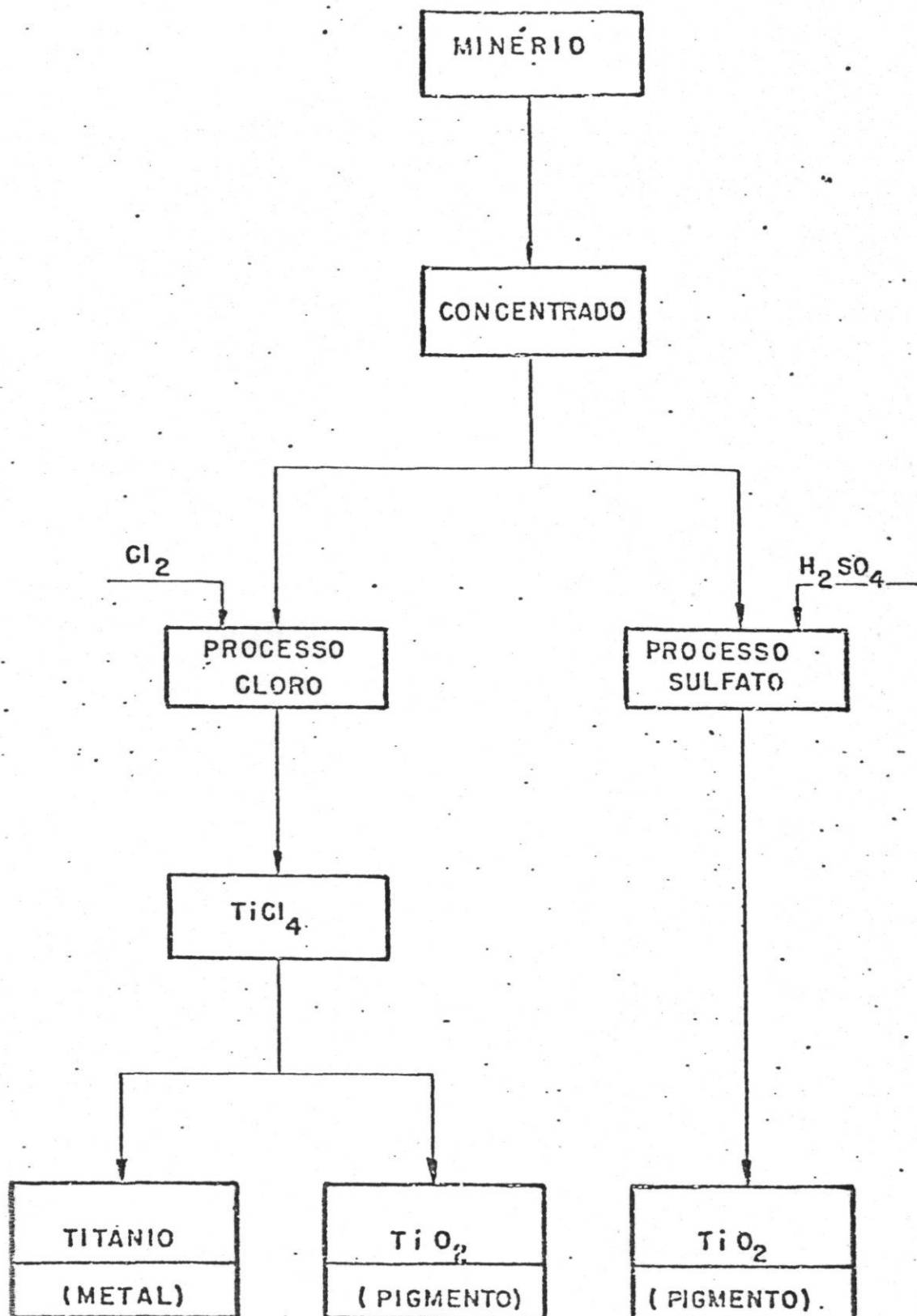



FIG-I- OBTENÇÃO DE TiO_2

dução de esponja de Ti.

No Processo Sulfato são empregados a ilmenita ou a escória Sorel. Este processo possui duas grandes desvantagens: é usado apenas para a produção de TiO_2 e produz rejeitos de difícil controle, o que significa uma alta taxa de poluição.

4 . *PRODUÇÃO DE ESPONJA DE TITÂNIO*

No fluxograma simplificado da Figura 2, pode ser observada a produção de esponja de Ti através do Processo Kroll.

Este processo caracteriza-se basicamente pela redução de um sal de titânio ($TiCl_4$) por um metal alcalino ou alcalino terroso (geralmente o magnésio ou o sódio) obtendo-se titânio sob forma de esponja e um sal do metal redutor, de acordo com a seguinte reação química:

$$TiCl_4 + 2\,Mg \longrightarrow Ti + 2MgCl_2$$

Essa reação vale também para o sódio e o primeiro redutor usado por Kroll foi o cálcio.

Durante a operação de redução, o $MgCl_2$ é vazado periodicamente, ficando no reator a esponja de titânio, contendo em seus poros restos de Mg e $MgCl_2$.

Para ser purificada, a esponja pode seguir dois caminhos:

- destilação do $MgCl_2$ e Mg em vácuo.
- lixiviação ácida do $MgCl_2$ e Mg.

O Processo Kroll caracteriza-se, pois, pela redução de tetracloreto de titânio por magnésio, seguida de uma purificação da esponja obtida, que pode ser feita por destilação em vácuo ou lixiviação.

Esse processo, que é de domínio público, foi desenvolvido pelo U.S. Bureau of Mines de Boulder City, nos Estados Unidos e é utilizado por todos os fabricantes de espon

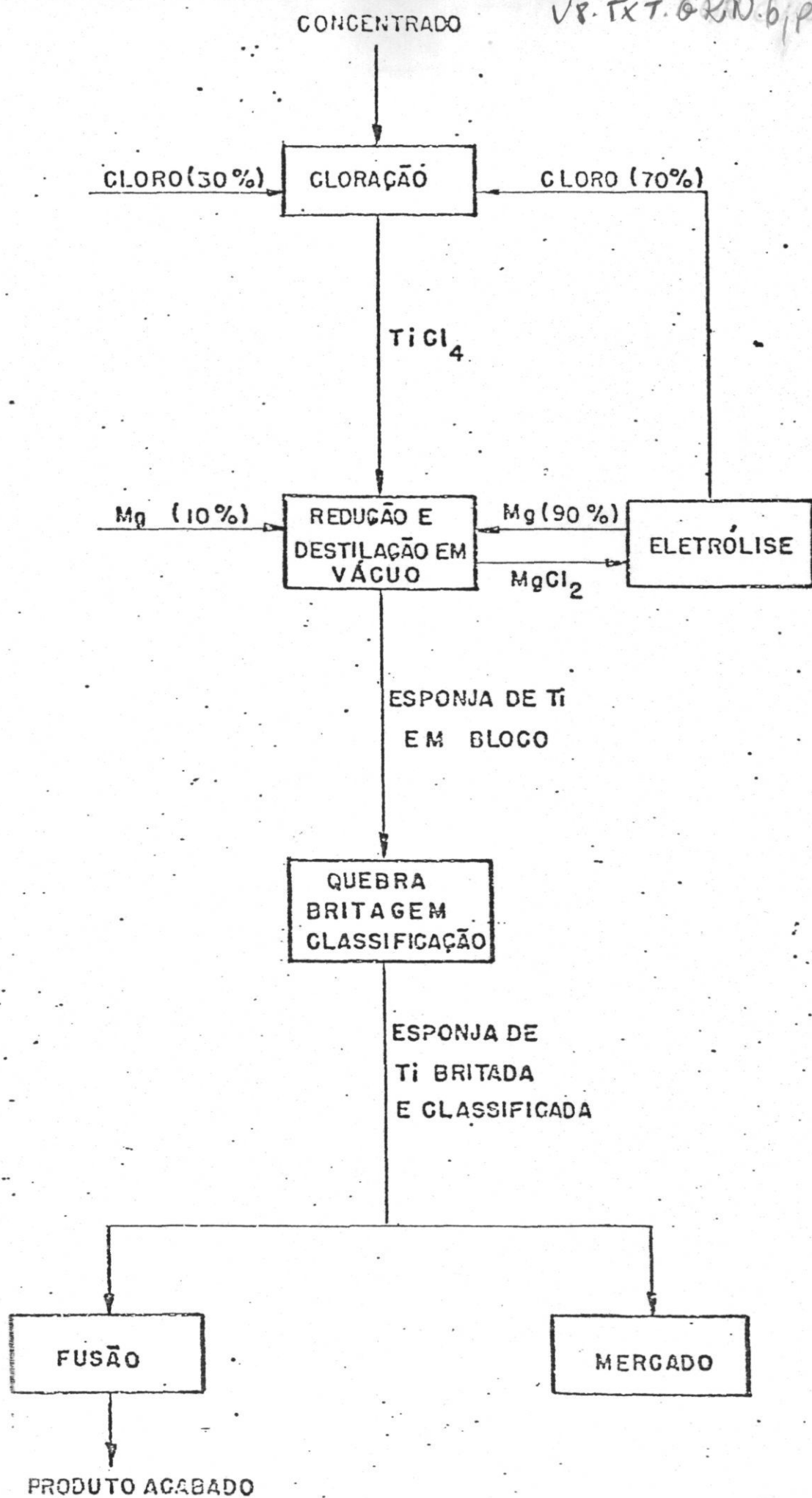



FIG 2 - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DE PROCESSO DE OBTENÇÃO DE ESPONJA DE Ti

ja no mercado (Japão, Rússia, Estados Unidos e Inglaterra).

5 . TRABALHO REALIZADO PELO CTA

5.1 Tecnologia desenvolvida

Nos países que produzem esponja de titânio, a operação de redução do $TiCl_4$ pelo Mg é realizada em um forno a óleo. Terminada a redução, espera-se o reator esfriar, e a esponja, contendo Mg e $MgCl_2$, é retirada. Essa operação deve ser realizada em ambiente com atmosfera inerte (em geral de hélio) para evitar que o $MgCl_2$, por ser higroscópico, absorva umidade do ar, que irá contaminar a esponja. A seguir, a esponja é levada para uma retorta num outro forno, onde é novamente aquecida, iniciando-se o ciclo de destilação em vácuo para sua purificação. Findo esse ciclo, a retorta é resfriada e retira-se a esponja já purificada.

O trabalho desenvolvido na usina piloto da Divisão de Materiais do CTA foi no sentido de se obter um equipamento capaz de realizar as etapas de redução e destilação em vácuo em um único forno, utilizando-se uma só retorta de tal maneira que a destilação em vácuo pudesse ser realizada imediatamente após o término da redução. Essa técnica permitiu economia de tempo e de energia que são avaliadas no quadro comparativo apresentado a seguir.

Este equipamento desenvolvido com sucesso pela Divisão de Materiais do CTA, após 7 anos de trabalho em escala piloto, com produção de 200 kg de esponja de titânio por corrida, foi objeto de um Pedido de Privilégio ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) sob o título "Equipamento e Processo para a Produção de Esponja de Titânio ou de Zircônio pela Redução do Tetracloreto de Titânio ou de Zircônio por Magnésio".

Recentemente, esse Pedido de Privilégio foi agraciado com o "Prêmio Governador do Estado" pelo 1º lugar obtido no Concurso Nacional do Invento Brasileiro, promovido pela Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tec

COMPARAÇÃO ENTRE O EQUIPAMENTO INDUSTRIAL E O EQUIPAMENTO DESENVOLVIDO PELO CTA, PARA OBTENÇÃO DE TITÂNIO PELO PROCESSO KROLL

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

1. Uso de dois fornos: um para redução (a óleo) e outro para destilação (elétrico).
2. Uso de um reator para redução e de uma retorta para destilação
3. Possibilidade de contaminação da esponja durante a tranferência redução-destilação.

EQUIPAMENTO DESENVOLVIDO PELO CTA

1. Uso de um só forno (elétrico) para as duas operações.
2. Uso de uma só retorta para as duas operações.
3. Eliminação desta possibilidade pois não há esta transferência.
4. Economia de 10% de energia pois não há necessidade de aquecimento da carga de destilação.
5. Economia de 35% de tempo pelo motivo acima e também devido ao menor número de tempos mortos no transporte e acoplamento de equipamentos.
6. Economia de 20% de mão de obra pelos motivos acima.
7. Economia de cêrca de 40% no investimento em equipamentos para redução-destilação.

nologia do Estado de São Paulo, confirmando assim a qualidade do trabalho realizado.

5.2 Qualidade da esponja obtida

Face ao exposto no item anterior, a esponja de titânio obtida no equipamento proposto tem menos perigo de ser exposta a contaminações e por esse motivo é mais pura, enquadrando-se perfeitamente dentro das Normas ASTM.

Além disso, através de análises realizadas nos laboratórios da Leybold-Heraeus na Alemanha pôde ser verificada que sua pureza em relação aos teores de gases absorvidos é excelente, podendo competir, em qualidade, com qualquer esponja produzida no mercado mundial.

6 . CONCLUSÃO

Na área tecnológica para a produção de esponja de titânio existe um trinômio básico totalmente interdependente:

- Concentração do minério: que dá origem a um concentrado de alto teor
- Cloração do concentrado: que dá origem ao tetracloreto de titânio
- Redução do tetracloreto de titânio por magnésio: que dá origem à esponja de titânio

Desse trinômio básico, o Brasil já possui, desenvolvidas em escala piloto: a concentração do minério, que já foi estudada pela Cia Vale do Rio Doce e a redução do tetracloreto de titânio, estudada pelo CTA.

A cloração do concentrado foi desenvolvida pelo CTA em escala de laboratório e necessita de algum tempo para ser avaliada em escala piloto.

Como os dois fatores extremos do trinômio tecnológico são do conhecimento de entidades brasileiras e o fator do meio irá necessitar de algum tempo para ser desenvolvido, é

viável, em termos de economia de tempo, que esse fator, a tecnologia de cloração, seja comprada no exterior, fazendo, inclusive, parte de um pacote integral de tecnologia para obtenção do pigmento (TiO_2), e fechando a cadeia que fará o País auto-suficiente na produção de titânio metálico e pigmento de titânio.

APLICAÇÕES DO TITÂNIO METÁLICO

Industrialmente o titânio pode ser empregado sob a forma de liga ou sob a forma de esponja.

Suas principais aplicações são apresentadas a seguir.

1. INDÚSTRIA DO AÇO

Na fabricação de aços inoxidáveis a esponja de titânio é empregada, com ótimos resultados, em:

- desoxidação de carbonetos (prevenção de corrosão intergranular);
- refino de grão;
- aumento das propriedades de resistência térmica e à corrosão.

Na fabricação de aços ao carbono, pode ser empregada como desoxidante.

2. INDÚSTRIA DO ALUMÍNIO

Na fabricação do alumínio puro, a esponja é utilizada como preventivo de oxidação, com adições de apenas 0,005%.

Com adições de 0,05 a 0,10%, aumenta-se a fluidêz do alumínio líquido e refina-se o seu grão.

3. INDÚSTRIA DE GALVANOPLASTIA E TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Cestas, ganchos, revestimentos e serpentinas de titânio comercialmente puro são usados, com ótimos resultados,em grande variedade de banhos eletrolíticos de deposição e de anodização.

Em soluções fostatizantes, serpentinas e revestimentos de titânio comportam-se muito bem, graças à menor aderência de crostas, mantendo a eficiência das trocas térmicas e diminuindo as paradas para manutenção.

4. INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

Suas propriedades de resistência à corrosão destacam-se na presença de soluções cloradas e cloretos úmidos.

As severas condições provocadas pelos cloretos que acompanham o óleo cru destinado ao craqueamento, são suportadas com propriedade pelo titânio.

Válvulas, bombas, pratos de destilação e trocadores de calor são fabricados em titânio. Atualmente, já é intensa a utilização de tubos de titânio em condensadores de produtos de tôpo.

5. INDÚSTRIAS QUÍMICA E DE EXTRAÇÃO MINERAL

Uma gama variada de aplicações tem lugar nesses campos.

Na produção de cloro, eletrodos de titânio platinado têm duração ilimitada.

No caso de sistema de trocas de calor, tubos de titânio com paredes muito finas (de 0,8 a 1,5mm) estão sendo aplicados com sucesso no mundo inteiro.

Em processos hidrometalúrgicos, sua excelente resistência à corrosão por erosão, permite velocidades altas para os fluídos.

6. INDÚSTRIA TÊXTIL, DE PAPEL E DE FIBRAS SINTÉTICAS

As mesmas considerações apresentadas no item anterior são válidas no caso. O hipoclorito de sódio, muito usado nessas indústrias, não ataca o titânio.

7. INDÚSTRIA NAVAL

O titânio tem desempenho excepcional em tubulações de água salgada, em trocadores de calor, instalações de dessalinização de água do mar, eixos e pequenas hélices, principalmente se fôr considerada sua baixa relação resistência/peso e altas velocidades da água. A não aderência de micro-organismos marinhos de titânio, torna-o ideal para uso em cascos de na-

vios e submarinos.

8. INDÚSTRIA ELETRÔNICA

Sua baixa pemeabilidade magnética, propicia seu uso na fabricação de aparelhos de medida e alto-falantes de superior qualidade.

É também usado como "getter" na obtenção de alto vácuo em válvulas e outros equipamentos eletrônicos.

9. INDÚSTRIAS MECÂNICA, ESTRUTURAL E DE AERONÁUTICA

Devido à sua alta relação resistência/peso, o titânio é um metal estrutural por excelência. São intuitivas as aplicações em elementos estruturais de menores pesos e dimensões.

Em criogenia, o titânio é empregado com sucesso em reservatórios de altas pressões, com temperaturas da ordem de -200°C, inclusive com aumento de suas propriedades mecânicas.

À temperatura ambiente, as ligas de titânio são superiores às ligas de alumínio e magnésio de alta resistência. Entretanto, as ligas de alumínio perdem sua resistência acima de 150°C, enquanto as ligas de titânio a conservam até 430°C, superando, mesmo, alguns aços inoxidáveis. Esta característica, aliada à de baixo peso, tornam o titânio ideal para o uso em aviões supersônicos já em operação.

Tendo em vista a escassez e a contínua alta dos preços do níquel e a crescente ascensão dos preços de cobre, o titânio vem tendo largo emprego nos equipamentos destinados ao combate à poluição atmosférica. Praticamente, em todas as indústrias citadas anteriormente, haverá necessidade de tais equipamentos o que abre uma nova perspectiva de emprego do metal, na fabricação de uma variada gama de dispositivos destinados à neutralização dos agentes poluidores da atmosfera.

10. INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS CIRÚRGICOS E DE ORTOPEDIA

Em aplicações no corpo humano, o titânio tem se revelado um metal com grandes perspectivas pelas suas caracterís-

ticas de resistência mecânica, resistência à corrosão e baixa densidade.

O titânio não sofre rejeição pelo organismo humano e vem tendo aplicação crescente na fabricação de peças para implantes ósseos e em dispositivos ortopédicos corretivos.